

# do BARCO

• Ano 1 • Mensal • N°03 • ABRIL 2009 •

3.80€

## ✓ PASSEAR E PESCAR COM...

- Beneteau Antares 7,50 HB
- Jeanneau Merry Fisher 815 IB
  - Sirius 630 Cabin
- Levant 770 Pro Fishing
  - Silcar 820
- San Remo 930 Fisher

## ✓ ARTIGOS TÉCNICOS

- Combater a osmose
- A música a bordo

DUFOUR 34E >>

# OS NOVOS VENTOS DO **D34**



9 601073 035982





# OSMOSE

A osmose é uma das principais preocupações de quem tem barco e é há muito tempo confundida com as deformações a si associadas. Por isso, neste artigo vamos explicar o que é este fenómeno, avaliar os danos causados, o tipo de tratamento mais adequado e os aspectos importantes que devem ser observados para que o tratamento seja o mais eficaz possível. E, apesar da fama, vamos até mostrar-lhe que nem toda a osmose é má.

Por: José Cardoso Menezes





## A boa e a má osmose

Como no Western *"The Good, the Bad and the Ugly"*, também na osmose existe a boa e a má osmose. A má ocorre nos barcos dos outros; a "ugly" quando é no nosso barco. A boa osmose é a "osmose inversa", com a qual se faz a dessalinização da água do mar. Na esmagadora maioria das situações, a osmose não representa qualquer problema estrutural, sendo os casos em que isso poderá representar um problema (p.ex., de fragilização do casco contra embates ou grandes esforços) casos extremos resultantes de total negligência durante muitos anos (dez ou mais anos depois de detectada a osmose). Os barcos em fibra de vidro produzidos actualmente – em particular, os provenientes dos grandes estaleiros europeus de produção em série – são extremamente fiáveis quanto a defeitos de laminação do casco e são muito resistentes à osmose. Quem tem barcos feitos de outros materiais, como madeira, alumínio ou aço, refere muitas vezes com condescendência que não há árvores de fibra ou que o alumínio e o aço não têm osmose, mas, nos três casos referidos, os problemas de manutenção são obviamente diferentes dos dos cascos feitos de laminados de fibra de vidro com resinas epoxídicas actualmente de qualidade muito elevada. A maioria da indústria naval de barcos de recreio, com a excepção de alguns modelos em alumínio ou de barcos clássicos em madeira, baseia totalmente a sua produção em cascos em fibra de vidro, pelas excelentes propriedades que este material possui (viz., resistência mecânica, isolamento térmico, processabilidade em diferentes formas, preço), as quais permitem cumprir por excesso normas UE muito exigentes para a segurança estrutural das embarcações.

Todos os materiais num ambiente como o mar, mais cedo ou mais tarde, sem a devida manutenção e eventual falência para o fim a que se destinam. Assim, todos os barcos de fibra, mesmo os modernos, apresentarão osmose se não for feita uma manutenção

preventiva ou um tratamento adequado aproximadamente a cada dez anos (valor para barcos a nado o ano inteiro, podendo chegar noutros casos a 15 ou 20 anos). O preconceito que define um barco com osmose como um barco doente é portanto infundado, quer no âmbito dos barcos de fibra, uma vez que todos apresentarão este fenómeno natural se não forem sujeitos a manutenção, quer pelo facto de para os outros materiais de construção os problemas serem normalmente mais graves, mais frequentes ou de resolução mais difícil e cara.

## O que é a osmose?

É um princípio da natureza que define que, quando há diferenças de concentração (ou temperatura) entre dois pontos, se estabelece um fluxo entre esses pontos do sistema, do local com maior concentração (ou temperatura) para o local com menor. É o que acontece com a propagação (difusão) de um cheiro numa sala fechada ou com a perda de calor através de uma janela. O facto de serem fenómenos naturais (i.e., resultantes de leis da Física – como a 2ª lei da Termodinâmica, neste caso) significa que se trata de algo que fatalmente irá ocorrer se o sistema estiver entregue a si próprio, e também que, nessas condições, apenas nos resta actuar sobre a velocidade a que esses fenómenos ocorrerão (por isso é que se mexe o café para acelerar a dissolução do açúcar ou se constroem janelas de vidro duplo para reduzir as perdas de calor).

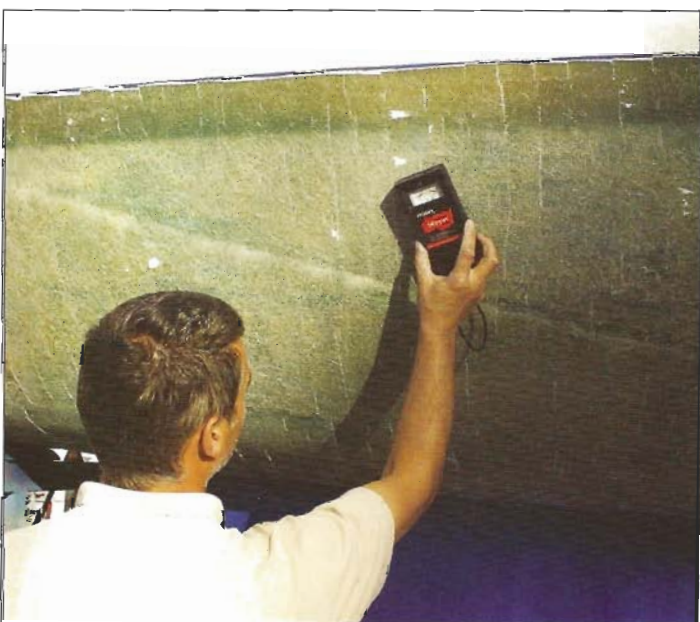
No caso dos barcos, designa-se por osmose o que no fundo é inicialmente um processo de difusão da água através do gelcoat, seguido do transporte por capilaridade da água no interior do laminado, decomposição por hidrólise de componentes do laminado e criação de bolsas, contendo essas compostos em água, e finalmente o estabelecimento de um sistema osmótico devido à permeação contínua de água através do gelcoat, entretanto deteriorado de dentro para fora pelos compostos ácidos formados na hidrólise ao longo de anos de deterioração do casco. Na situação estacionária, após



Remoção do gelcoat num tratamento completo de osmose (cortesia Tecniates).



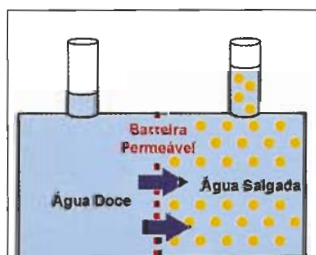
Regularização da superfície do casco após remoção do gelcoat (cortesia Tecniates).



Medição regular dos níveis de humidade durante o tratamento completo (cortesia Tecniates).



criação do sistema osmótico, de um casco submerso, a barreira osmótica é o *gelcoat*; enquanto numa unidade de dessalinização é uma membrana selectiva semi-permeável (Figura 1). As árvores absorvem água pelas raízes por osmose. A passagem de água para as raízes faz aumentar a pressão desse lado e facilita, em conjunto com o fenómeno de capilaridade, o transporte ascendente de água pelo tronco da árvore. Por isso é que uma unidade de dessalinização para produzir água doce necessita de uma pressão do lado da água salgada para inverter o sentido natural do transporte da água por osmose e, deste modo, filtrar o sal (permeando a água salgada pela membrana em sentido inverso ao da osmose).



**Figura 1a:**  
A Osmose na natureza, com a qual as árvores fazem a sua irrigação com água doce.



**Figura 1b:**  
O princípio da Osmose Inversa implementado nas unidades de dessalinização de água do mar.

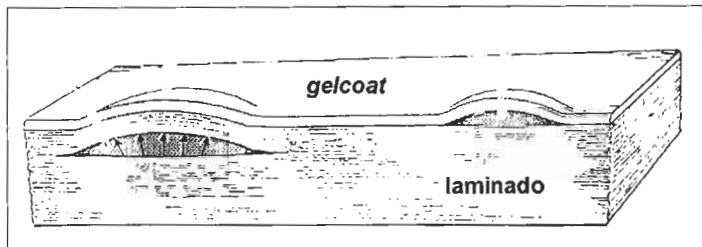
Em resumo, água doce ou salgada existente nas cavernas de um barco e à sua volta durante a permanência deste a nado ao longo de vários anos acabam por permitir o acesso de água ao interior do laminado do casco, depois de atravessado o *gelcoat*. Em particular as zonas do casco sujeitas a maior pressão hidrostática (lemes em barcos à vela, zonas a jusante e no enfiamento dos hélices propulsores, proas, zonas mais submersas do casco, etc) e barcos com *gelcoat* de cor (porque os pigmentos aumentam a permeabilidade do *gelcoat* à água) apresentarão níveis mais

elevados de humidade no casco e, portanto, sinais de osmose mais cedo.

### Tipos de osmose

Nos barcos mais antigos, anteriores a 1995, as resinas utilizadas eram resinas ortoftálicas, que repelem menos a água do que as resinas isoftálicas utilizadas actualmente. Os procedimentos de iniciação e polimerização das resinas não eram também dominados na indústria náutica de recreio como actualmente. Por isso, uma vez ultrapassado naqueles barcos o *gelcoat*, a água penetrava e permanecia facilmente no laminado, sobretudo se existissem vazios entre as fibras, resultantes de uma impregnação deficiente em resina (Figura 2). A este fenómeno de deficiente impregnação, criando canais por onde o tráfego de água se faz com maior facilidade, chama-se *wicking* e caracteriza-se por, após remoção do *gelcoat*, o casco exibir uma série de riscos esbranquiçados (Figura 3), mostrando canais vazios de resina entre fibras, por onde por capilaridade a água será absorvida (como se se tratasse de papel absorvente ou mata-borrão). É por isso muito importante nos casos em que se suspeita de um fabrico deficiente que sejam feitas medidas regulares de humidade do casco e procurados sinais superficiais de deformação, recomendando-se um tratamento preventivo antes desses sinais serem evidentes (ver adiante). Hoje, a utilização de vácuo durante o fabrico do casco e de procedimentos automáticos com braços-robot, mais rigorosos e melhor controlados, de deposição da fibra e das resinas, permitem evitar os problemas com origem numa impregnação incompleta.

A entrada de água num laminado leva a que sejam dissolvidos e redistribuídos diversos compostos químicos provenientes da cura incompleta ou da deterioração do laminado, assim como permite a decomposição por hidrólise de compostos das resinas ftálicas, produzindo-se glicóis e ácidos, como o ácido acético (constituente do vinagre de vinho), daí o cheiro típico do líquido das bolhas produzidas pela osmose. Essas substâncias são ácidos e



**Figura 2:**  
A formação de bolhas por osmose, debaixo do *gelcoat* (situação mais frequente) ou no interior do laminado (barcos de fibra mal construídos ou fabricados com as antigas resinas ortoftálicas).  
(adaptado de T. Staton-Bevan, "Osmosis and Glassfibre Yacht Construction", 2nd Ed Sheridan House (1995).



**Figura 3:**  
Wicking: canais vazios de resina entre fibras que podem absorver água por capilaridade com grande velocidade (resultante de uma fabricação deficiente, típico em laminados anteriores a 1990-1995).  
(adaptado de T. Staton-Bevan, "Osmosis and Glassfibre Yacht Construction", 2nd Ed Sheridan House (1995).

glicóis, os quais (1) se dissolvem muito bem na água, viajando com ela pelos canais abertos num laminado deficiente, (2) não são capazes de atravessar o *gelcoat*, acumulando-se no interior do laminado, aumentando a pressão no interior e formando bolhas (cf. Figura 2), (3) aceleram a deterioração do laminado e (4) são muito pouco voláteis, possuindo pontos de ebulição muito superiores ao da água à pressão atmosférica.

### Tratamentos da osmose

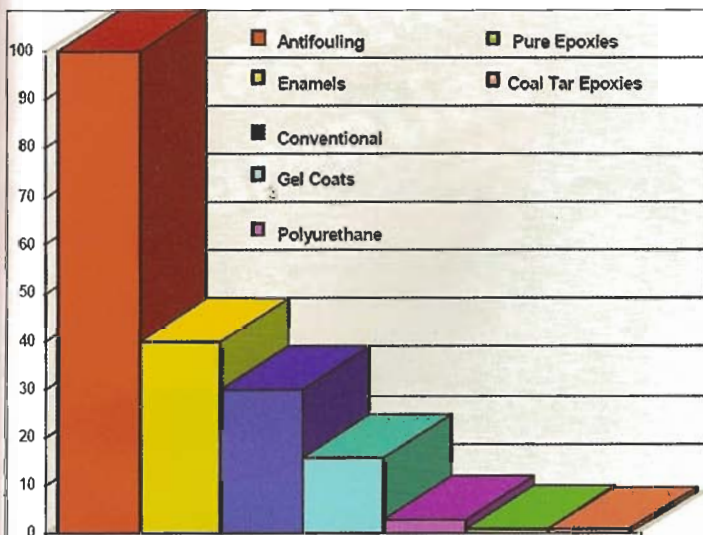
Há dois tipos de tratamentos possíveis. O primeiro é preventivo e obviamente pretende impedir a fase inicial de difusão da água através do *gelcoat*, devendo ser aplicado antes de qualquer sinal evidente de aparecimento de osmose, tais como bolhas ou níveis de humidade anormais. O outro é um tratamento capaz, não só de secar a água, mas também de remover em profundidade as substâncias entretanto formadas no laminado. Este tratamento completo exige a remoção do

*gelcoat* das obras vivas e a sua substituição após tratamento por uma barreira de várias camadas de resina epoxídica, a qual é muito superior, em termos de permeabilidade à água, ao próprio *gelcoat* (Figura 4). O custo do primeiro tipo de tratamento é inferior ao segundo, embora sejam ambos demorados, cerca de seis a 12 semanas, respectivamente. O preço de um tratamento completo é normalmente dado em três parcelas, duas fixas e uma variável, o que torna difícil uma quotação exacta no início da empreitada: (1) preparação do casco, (2) lavagem e secagem, dada por metro (LOA) e por hora de secagem necessária até se obterem os níveis de humidade adequados, e (3) selagem e acabamento do casco.

Num tratamento completo, devem ser observados os seguintes aspectos principais, dos quais depende o sucesso do tratamento.

**1) Preparação do Casco:** o melhor tratamento é por jacto de areia de granulometria diferente (primeiro grossa e depois fina), de





**Figura 4:** Permeabilidade à água de diferentes materiais utilizados em diferentes aspectos num casco de barcos em fibra, mostrando o benefício da substituição do gelcoat nas obras vivas por várias de-mão de resinas epoxidicas puras. (adaptado de N. Clegg, "A Short Guide to Osmosis and Its Treatment.", 2008).

modo a remover o *gelcoat*, remover ou evidenciar zonas de delaminação e, em seguida, abrir os canais no laminado, facilitando a secagem posterior; outras formas de remoção do *gelcoat* são possíveis (p.ex., lixadoras de rolo em regime de baixa rotação), mas não devem usar-se meios que vitrifiquem a superfície (caso das rebarbadeiras) e que fechem os canais pelos quais se fará a remoção não só da água, mas sobretudo dos compostos mais volumosos que a molécula da água (p.ex., glicóis e ácidos) e com maior dificuldade de evaporação.

**2) Lavagem e Secagem:** o casco deve inicialmente ser lavado à pressão várias vezes para enxaguar e facilitar uma lavagem subsequente com jacto de vapor de água de baixa pressão, de modo a solubilizar e trazer até à superfície a maior quantidade possível de produtos da decomposição do laminado; em seguida, depois de seca a superfície ao ar, deve proceder-se a uma secagem com aquecimento e vácuo; o ponto de ebulição dos ácidos e glicóis encontrados habitualmente está entre 120 e 190 °C à pressão atmosférica, o que mostra que apenas com vácuo é possível removê-los em tempo útil a temperaturas moderadas (< 90°C); durante a secagem o interior do barco deve estar sem água nas cavernas e deve procurar manter-se o barco num ambiente exterior seco ou protegido da condensação de humidade (Figura 5).

### 3) Selagem e Acabamento

**do Casco:** existem diversos procedimentos para aplicação sequencial de diferentes produtos à base de resinas epoxidicas; os mais reputados são os propostos (por ordem alfabética) pela HEMPEL, INTERNATIONAL e WEST SYSTEM. Em "A Short Guide to Osmosis and Its Treatment" (Nigel Clegg, 2008), que pode ser descarregado de [www.passionforpaint.co.uk](http://www.passionforpaint.co.uk), o autor descreve o esquema de aplicação "Gelshield Plus Coating Scheme" da International / Yacht Paint (Akzo Nobel); nesta fase final, pretende-se que a aplicação das diferentes fases tire partido da chamada adesão química dos diferentes produtos,

cumprindo rigorosamente os tempos de secagem incompleta recomendados (a adesão química é completamente regular e homogénea ao nível molecular, enquanto a adesão promovida por criação de rugosidade – lixando a superfície – é homogénea em termos visuais, mas não tem a regularidade e qualidade da adesão química).

À data desta publicação os estaleiros em Portugal apetrechados para a realização deste tipo de tratamentos são (por ordem alfabética): Navegador (Estaleiros Navais do Talaminho, Amora), Sopromar (Lagos), Tagus Yacht Center (Estaleiros Venamar, Amora), Tecniates (Doca de Belém, Lisboa).



**Figura 5:** Secagem com aquecimento e vácuo com um equipamento HOTVAC. Com vácuo da ordem de 10% da pressão atmosférica, mesmo os compostos de ponto de ebulição mais levados (ca. 200°C) fervem a menos de 90°C (temperatura recomendada para a secagem), conseguindo-se secar totalmente uma área de 1 m<sup>2</sup> em menos de 8-12 h. ([www.hotvac.com](http://www.hotvac.com))

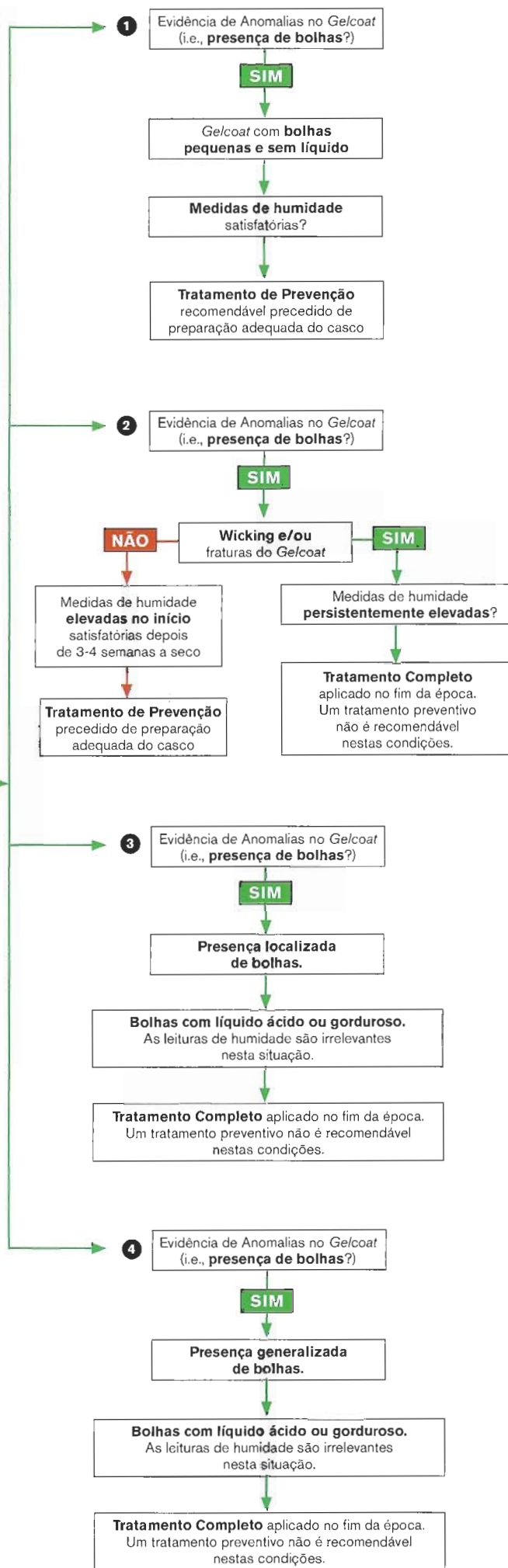
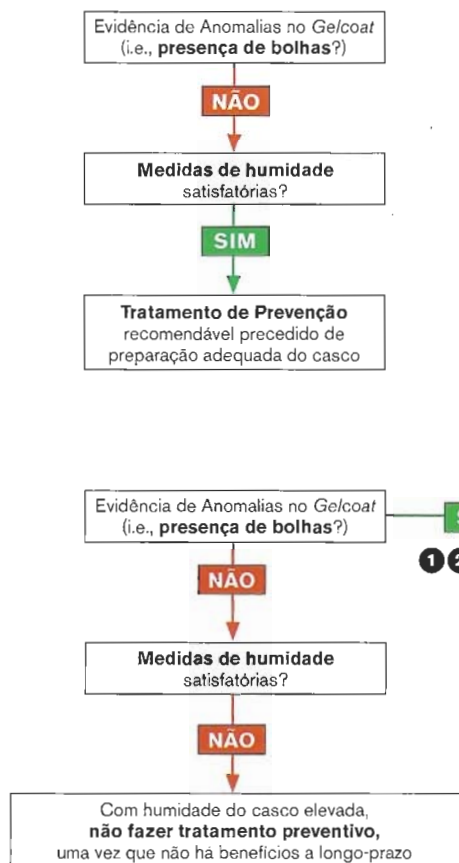


Etapa de secagem do casco com HOTVAC.



Na árvore de decisão ao lado, descrevem-se de forma exaustiva os vários cenários possíveis, resultantes de uma inspecção bem feita a um casco fora de água, nomeadamente "não fazer nada", "fazer um tratamento preventivo" ou "fazer um tratamento completo" (adaptado de N. Clegg, "A Short Guide to Osmosis and Its Treatment.", 2008). Por uma questão de concisão, não é possível descrever nesta publicação de forma mais quan-

titativa o que são valores limite para as humidades medidas na avaliação do estado de um casco. Também não é possível descrever que não é directa a utilização dos medidores de contacto, uma vez que as leituras dependem da densidade do laminado e da temperatura. A 4SEA - Marine Surveyors em conjunto com a Tecniates desenvolveu métodos que permitem corrigir as leituras feitas em relação àqueles dois aspectos. ■



**Conclusão**

Embora a prevalência de osmose nos barcos de fibra esteja hoje reduzida pela qualidade dos processos de laminação e maior conhecimento tecnológico na área das resinas, a preponderância de barcos de fibra e a maior aceitação da inevitabilidade deste fenómeno como uma das desvantagens a aceitar como contrapartida das diversas vantagens destes barcos manterá uma procura estável por tratamentos preventivos. A existência de uma frota actual de barcos de recreio com uma idade média próxima dos dez anos exigirá nos próximos anos capacidade para a realização de tratamentos completos ao nível da que já existe neste momento instalada. O sucesso de qualquer um dos dois tipos de tratamento depende (1) da avaliação inicial feita e da correcta recomendação do tratamento, (2) da qualidade dos materiais utilizados e (3) do rigor colocado na execução das três fases críticas do processo no caso de tratamentos completos. Para saber mais visite: [www.4sea.pt](http://www.4sea.pt)